

➤ Praktijkcase Rivierenland

Afleiding (on)gedraineerde grondparameters

Cor Bisschops
Greenrivers

Pilot-cursus Macrostabiteit
30 september 2016



Onderdelen praktijkcase

- Waarom afleiding van parameters
- Wat is hiervoor benodigd
- Hoe parameters bepalen, case Rivierenland

Waarom parameters afleiden

- Dijkvakken afgekeurd met defaultwaarden
- Defaultwaarden hebben een range
- Grensspanning ondergrond erg variabel

Tabel 7.3 Normaal geconsolideerde ongedraineerde schuifsterkeratio S van veel voorkomende grondsoorten.

Grondsoort	SOS eenheid	Typische waarden van S [-] ¹⁾	Verwachtingswaarde S [-]	Standaardafwijking S [-] ²⁾	Variatiecoëfficiënt S [-] ³⁾
Veen mineraalarm	H_Vhv_v	0,28 – 0,54	0,42	0,04	0,09
Verslagen veen / detritus	H_Vhv_v, H_Ml_ko	0,29 – 0,43	0,38	0,03	0,10
Veen kleilig	H_Rk_vk	0,24 – 0,38	0,29	0,03	0,12
Veen compact	H_Vbv_v	0,30 – 0,33	0,31	0,03	0,09
Gyttia	Diversen ⁴⁾	0,27 – 0,34	0,30	0,03	0,10
Klei venig / klei organisch	H_Mp_ko, H_Ml_ko H_Rr_o8z, H_Rk_k8v H_Rk_ko	0,16 – 0,38 ⁵⁾	0,29	0,06	0,20
Klei	H_Mp_k, H_Rk_k P_Mp_k, P_Om_k P_Ova_sd	0,22 – 0,28	0,25	0,03	0,10
Klei zandig en siltig ⁷⁾	H_Mr_kz, H_Mkw_z8k H_Ro_z8k, P_Rk_k8s P_Rk_z8s	0,22 – 0,50	0,30	0,03	0,10
Löss ^{8) 9)}	P_Wis_s	0,30 – 0,50	0,35	0,04	0,10
Kleiëem ^{10) 11)}	P_Gkl_kz	0,30 – 0,50	0,40	0,06	0,15
Dijksmateriaal ¹²⁾	H_Aa_ht	0,23 – 0,50	0,31	0,06	0,20

Wat is hiervoor benodigd

- Twee methoden voor berekening van de ongedraineerde schuifsterkte (s_u):

1. WBI-methode $s_u = \sigma'_{vi} \times S \times OCR^m$

S: normaal geconsolideerde ongedr. schuifsterkteratio
 m: sterktoename exponent
 OCR: overconsolidatieratio
 σ'_{vi} : effectieve verticale spanning (korrelspanning)

2. Methode DoV $s_u = q_{net} / N_{kt}$

q_{net} : genormaliseerde conusweerstand
 N_{kt} : conusfactor



Wat is hiervoor benodigd

⇒ Aantal stappen te doorlopen:

1. Grondlagen onderscheiden obv sonderingen, boringen en lab. onderzoek
2. OCR (opgelegd in proef) in relatie tot ongedraineerde schuifsterkte. Doel: afleiding van S en de macht m
3. Bepalen van netto conusweerstand (q_{net})
4. Correlatie tussen ongedraineerde schuifsterkte (s_u) en q_{net}
5. Iteratie N_{kt} obv uitkomsten om te komen tot N_{kt} en $V_{C;Nkt}$
6. Verificatie op basis van samenhang tussen q_{net} , N_{kt} , S , m en OCR



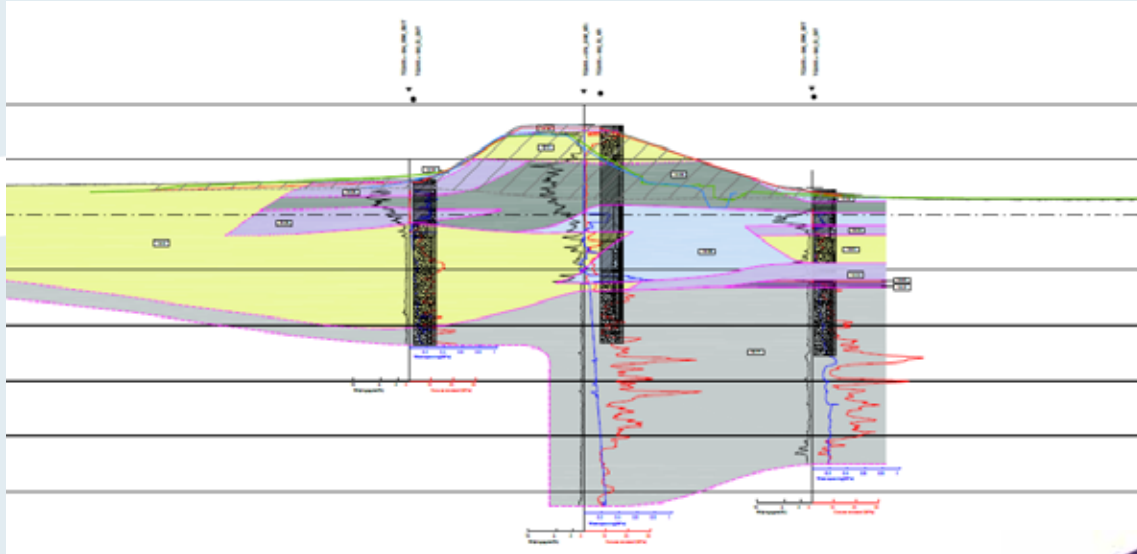
Case ws Rivierenland

⇒ Dijkvak TG355.+000 tot TG356.+050



Case ws Rivierenland

- Dwarsprofiel TG355.+080

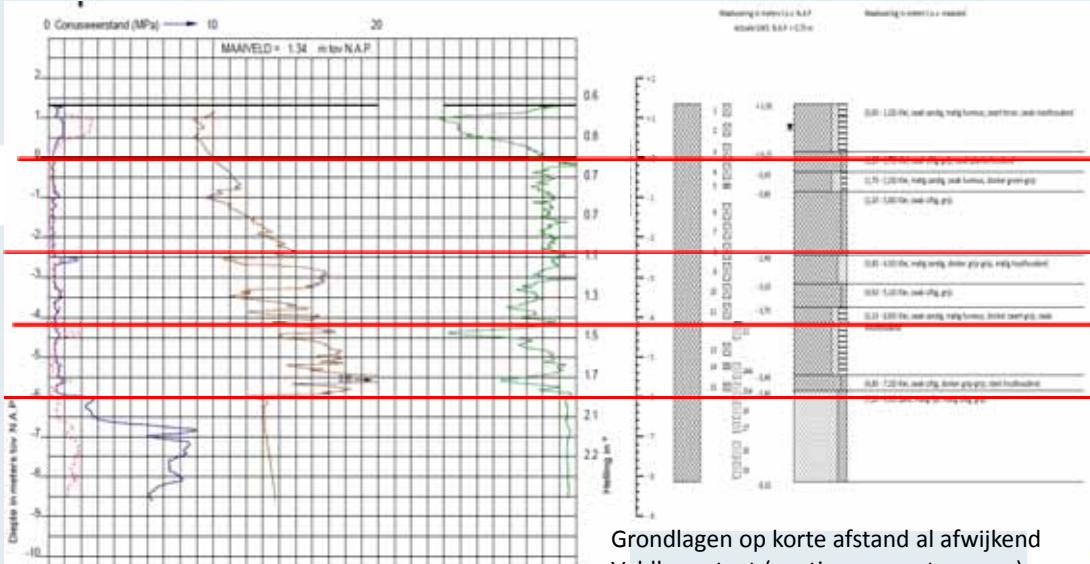


Totaal onderzoek GoWa

- Al het uitgevoerde grondonderzoek GoWa (lengte ca. 24 km)
 - Circa 100 sonderingen klasse 3, met waterspanning (u1 / u2)
 - Circa 130 sonderingen klasse 2, met waterspanning (u2)
 - Circa 75 sonderingen klasse 1, met waterspanning (u2)
 - Ca. 50 mech. Boringen t.p.v. sondering
 - Ca. 80 handboringen
 - Alle monsterbussen zijn in veld gewogen
- Uitgevoerde lab. onderzoek GoWa (ook in deze volgorde uitgevoerd!)
 - Ca. 110 volumiek gewicht + watergehalte
 - Ca. 80 classificatieproeven (atterb. grenzen en veenclass.)
 - Ca. 50 samendrukkingsproeven (10-traps)
 - Ca. 80 CAU Triaxiaalproeven
 - Ca. 30 DSS-proeven

Sondering met mech. boring

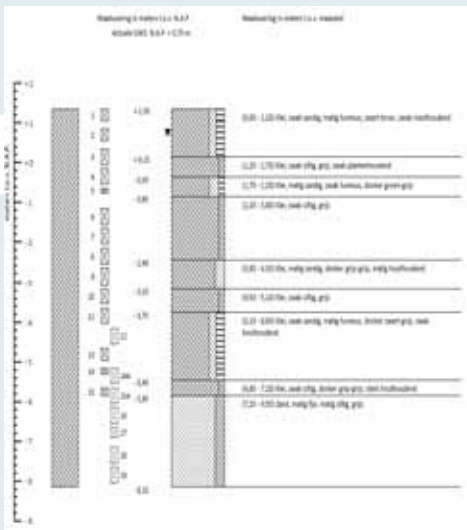
- Grondlagen onderscheiden obv sonderingen, boringen en lab. onderzoek (TG355-076_AL):



Grondlagen op korte afstand al afwijkend Veldboorstaat (continue monsternamen)

Lab. Onderzoek per boring

- Grondlagen onderscheiden obv sonderingen, boringen en lab. onderzoek (TG355-076_AL):

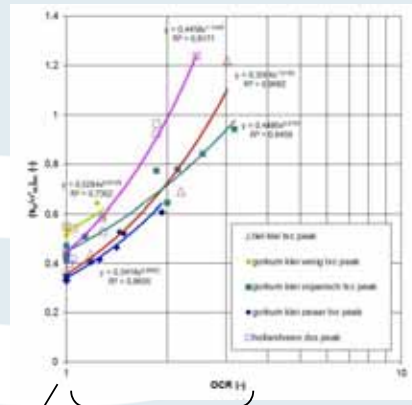
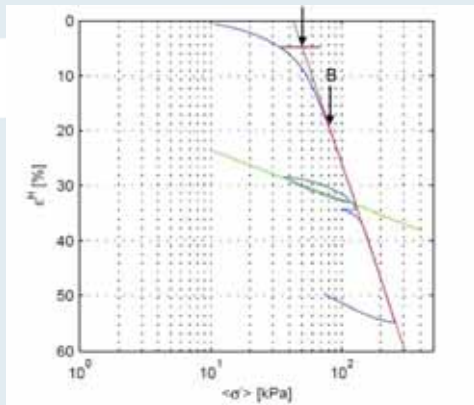


Uitgevoerde proeven t.b.v. boring TG355-076-AL

12x	Volumegezicht incl. watergehalte, classificatie en soortelijke massa	NEN-5110, NEN-5112, NEN-5104 en ASTM D5550-05	Classificatieproeven
1x	Direct Simple Shear profiel 1 traps incl. foto's afschuif vlakken	ASTM 6528-07 / Stova	Afschuifproeven
4x	Samendrukproef 10 traps	NEN-5118 / Stova	Samendrukproeven
7x	Triaxiaalproef CIAU incl. foto bezijkmodel	NEN-5117 / Stova	Triaxiaalproeven
7x	Atterbergse grenzen	CEN ISO/TS 17892-12	Classificatieproeven
7x	Kalkgehalte	RAW2015	Classificatieproeven
7x	Organische stof	RAW2015	Classificatieproeven
2x	Korrelverdeling incl. fijne fractie	RAW2015 en NEN-ISO 13317-3	Classificatieproeven
2x	Afleiding doorlatendheid uit korrelverdelingen	Formule van Beyer, Hazen en Den Rooijen	Doorlatendheidsproeven

Bepaling S

- ⊕ normaal geconsolideerde ongedraineerde schuifsterkte
- ⊕ Samendrukkings- en/of CRS-proeven → grensspanning en dus OCR
- ⊕ triaxiaalproeven / DSS-proeven – normaal geconsolideerd



NC → OCR=1

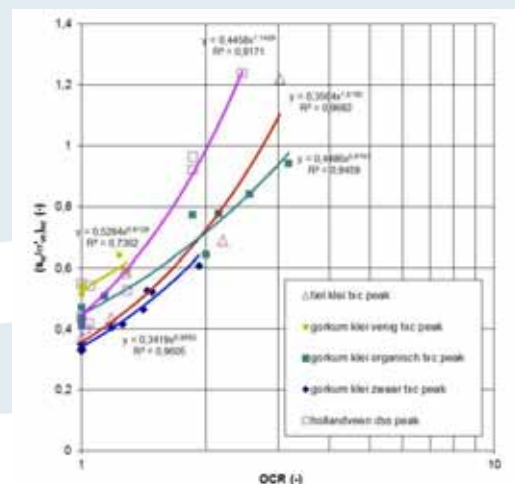
OC → OCR>1

Bepaling m

- ⊕ m = sterkte-toename exponent

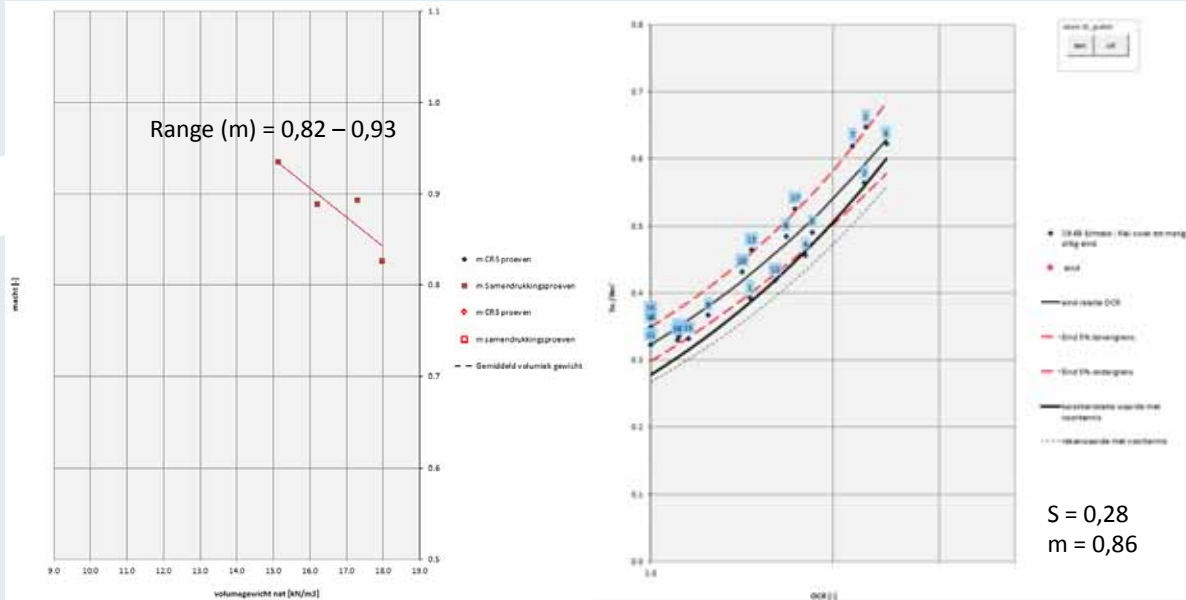
- ⊕ Samendrukkings- en/of CRS-proeven:
 $m \approx (b - a) / b$

- ⊕ Of samenhang met triaxiaal en/of DSS-proeven (OC):
 $m \approx$ exponent van de trendlijn



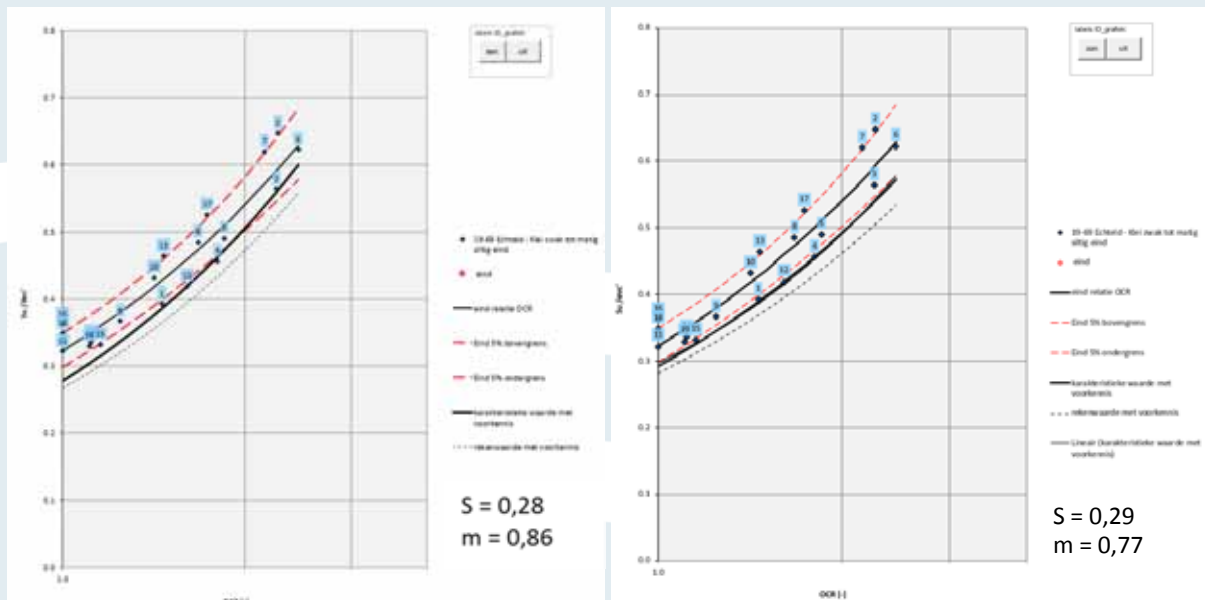
Relatie tussen S en m

voorbeeld: 19-69 Echteld - Klei zwak tot matig siltig



Relatie tussen S en m

voorbeeld: 19-69 Echteld - Klei zwak tot matig siltig



Bepaling OCR

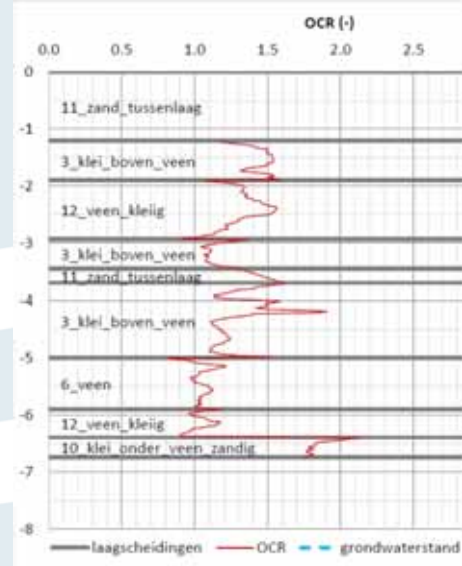
➤ OCR = overconsolidatieratio

➤ Correlatie met sonderingen:

Met bekende S en m kan OCR worden bepaald obv sonderingen met default N_{kt} en daarmee s_u :

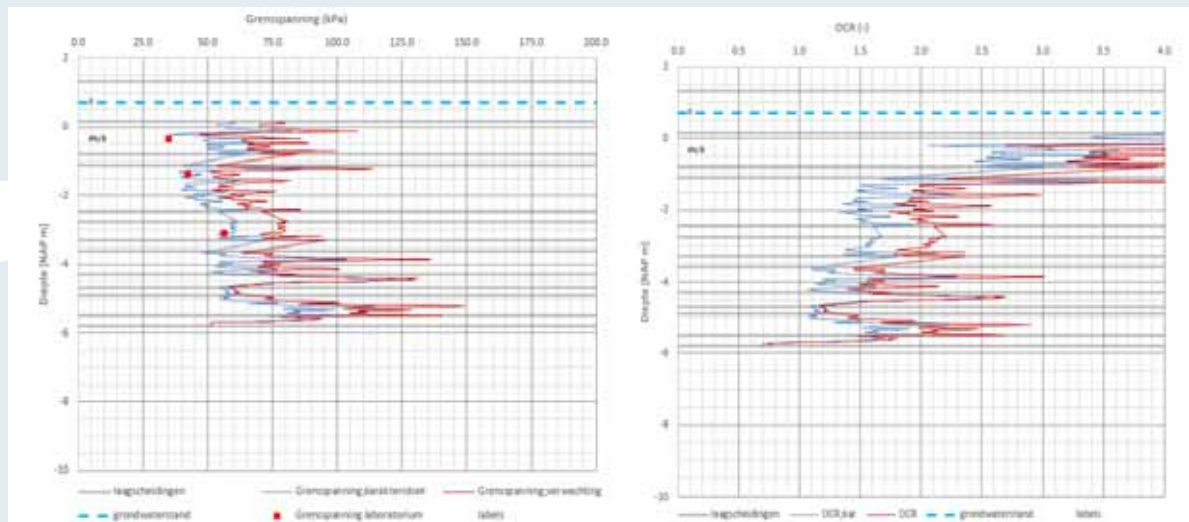
$$OCR = (s_u / \sigma'_{vi} \cdot S)^{1/m}$$

Raakt aan DOV-methode, waarin door nauwkeurigere N_{kt} -bepaling ook beter beeld van de OCR verkregen kan worden!



Bepaling OCR (overconsolidatieratio)

Iteratie met S en m en resultaten samendrukkings- of CRS-proeven



Resultaten afleiding S , m en φ

Grondsoort	SOS	S_{kar} [-]	m_{kar} [-]	$\varphi_{kar;25\%}$ [°]
19-38 Echteld, klei zw tot mt weinig	H_Rk_k&v	0,20	0,93	26,1
19-69 Echteld, klei zw tot mt siltig	H_Rk_k	0,28	0,86	32,7
19-24 Echteld, klei zw tot mt zandig	H_Ro_z&k	0,28	0,86	29,3
19-58 Nieuwkoop, veen zw tot mt kleilig	H_Vbv_v	0,29	0,88	30,1
19-61 Nieuwkoop, veen mineraalarm	H_Vhv_v	0,36	0,86	31,4
Dijkmateriaal, nieuw (na 1996)	-	-	-	32,0
Dijkmateriaal, oud (voor 1996)	-	-	-	28,0

* Voor 19-24 zijn onvoldoende lab.resultaten beschikbaar, daardoor waarden voor 19-69 overgenomen

Relatie met DoV-methode

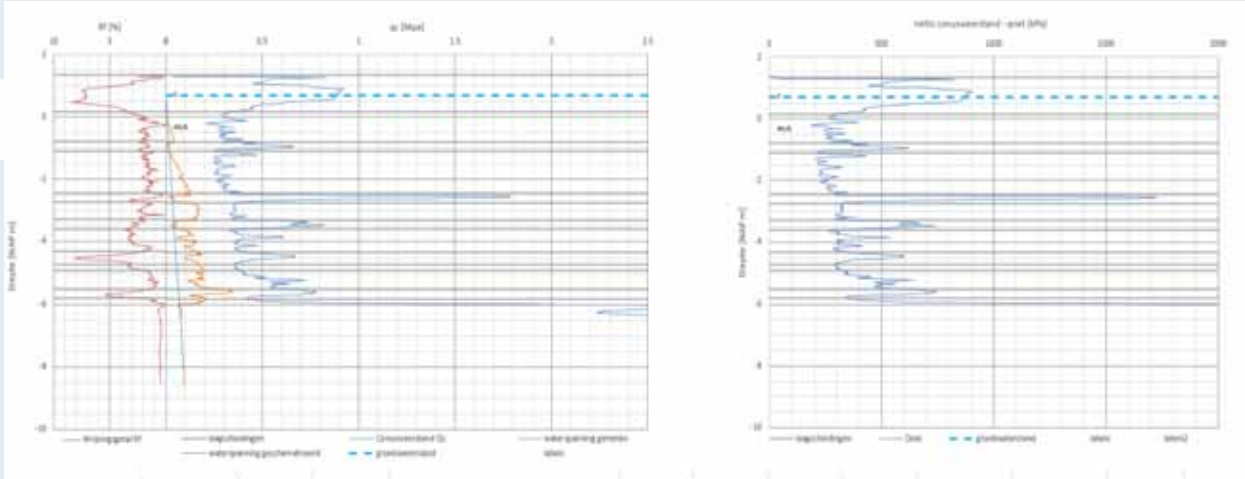
⇒ Aantal stappen te doorlopen:

1. Grondlagen onderscheiden obv sonderingen, boringen en lab. onderzoek
2. OCR (opgelegd in proef) in relatie tot ongedraineerde schuifsterkte. Doel afleiding van S en de macht m
3. Bepalen van netto conusweerstand (q_{net})
4. Correlatie tussen ongedraineerde schuifsterkte (s_u) en q_{net}
5. Iteratie N_{kt} obv uitkomsten om te komen tot N_{kt} en $V_{C;Nkt}$
6. Verificatie op basis van samenhang tussen q_{net} , N_{kt} , S , m en OCR

Analyse sonderingen

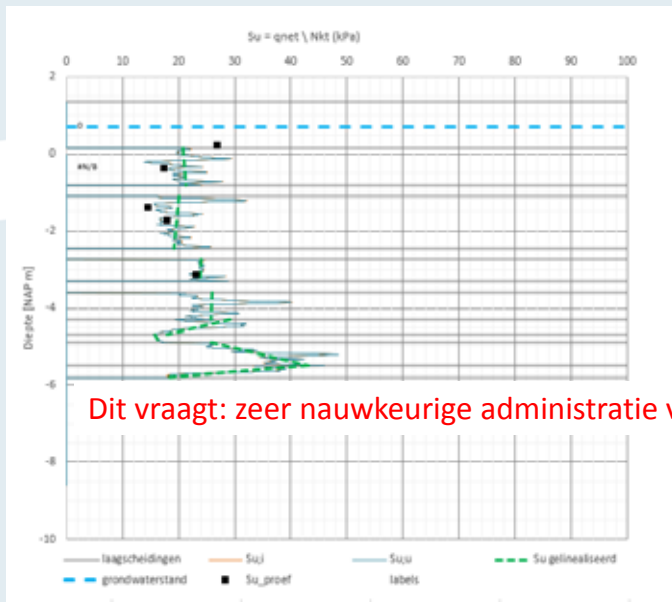
➤ Bepaling netto conusweerstand (q_{net})

$$q_{net} = q_t - \sigma_{vi} \quad \text{en} \quad q_t = q_c + u_2 (1 - a)$$



Analyse sonderingen

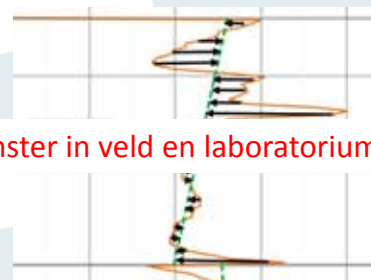
➤ Correlatie tussen S_u en q_{net}



Dit vraagt om:

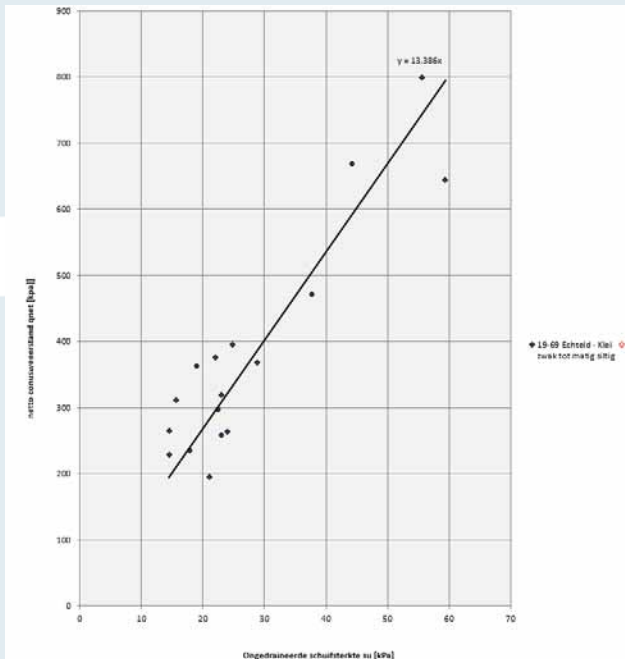
- zeer fijne laagopbouw
- iteratie om niveau bij gelaagde grondopbouw te bepalen
- iteratie om V_c te optimaliseren

Dit vraagt: zeer nauwkeurige administratie van monster in veld en laboratorium!



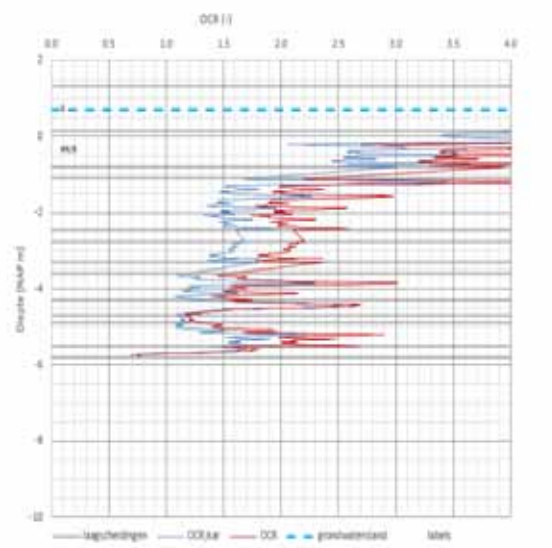
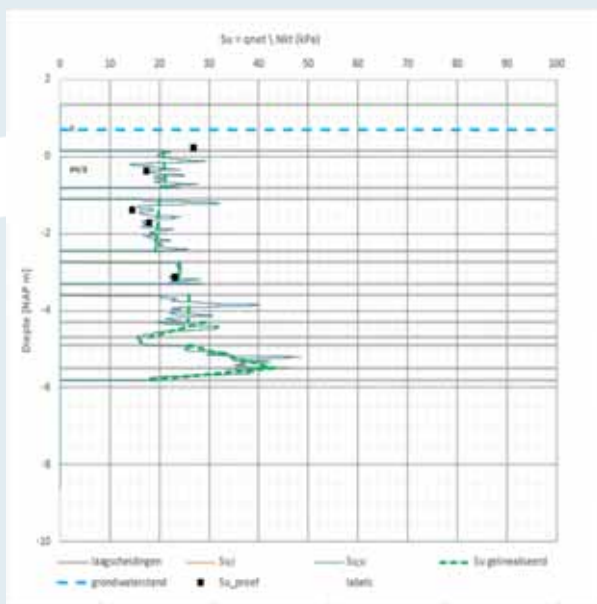
Afleiding N_{kt}

voorbeeld: 19-69 Echteld - Klei zwak tot matig siltig



WBI -en DOV-methode

➡ Verificatie indeling proevenverzameling obv samenhang tussen q_{net} , N_{kt} , s_u , S , m en OCR



Wat is hiervoor benodigd

- ⇒ Kortom twee methoden voor berekening van de ongedraineerde schuifsterkte (s_u):

WBI-methode $s_u = \sigma'_{vi} \times S \times OCR^m$

Methode DoV $s_u = q_{net} / N_{kt}$

Door de beide methoden te combineren kan uit het s_u -profiel een OCR-profiel worden berekend!

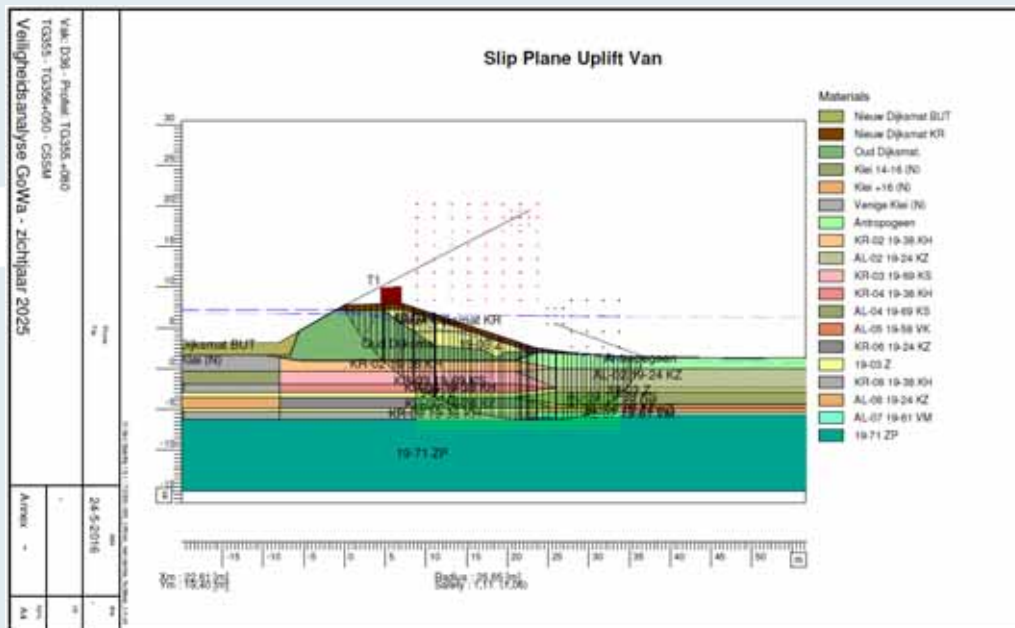
Resultaten afleiding S , m , N_{kt}

Grondsoort	SOS	S_{kar} [-]	m_{kar} [-]	N_{kt} [-]	VCN_{kt} [-]
19-38 Echteld, klei zw tot mt weinig	H_Rk_k&v	0,20	0,93	18,7	0,16
19-69 Echteld, klei zw tot mt siltig	H_Rk_k	0,28	0,86	13,4	0,21
19-24 Echteld, klei zw tot mt zandig *	H_Ro_z&k	0,28	0,86	13,4	0,21
19-58 Nieuwkoop, veen zw tot mt kleiig	H_Vbv_v	0,29	0,88	19,7	0,18
19-61 Nieuwkoop, veen mineraalarm	H_Vhv_v	0,36	0,86	19,4	0,17

* Voor 19-24 zijn onvoldoende lab.resultaten beschikbaar, daardoor waarden voor 19-69 overgenomen

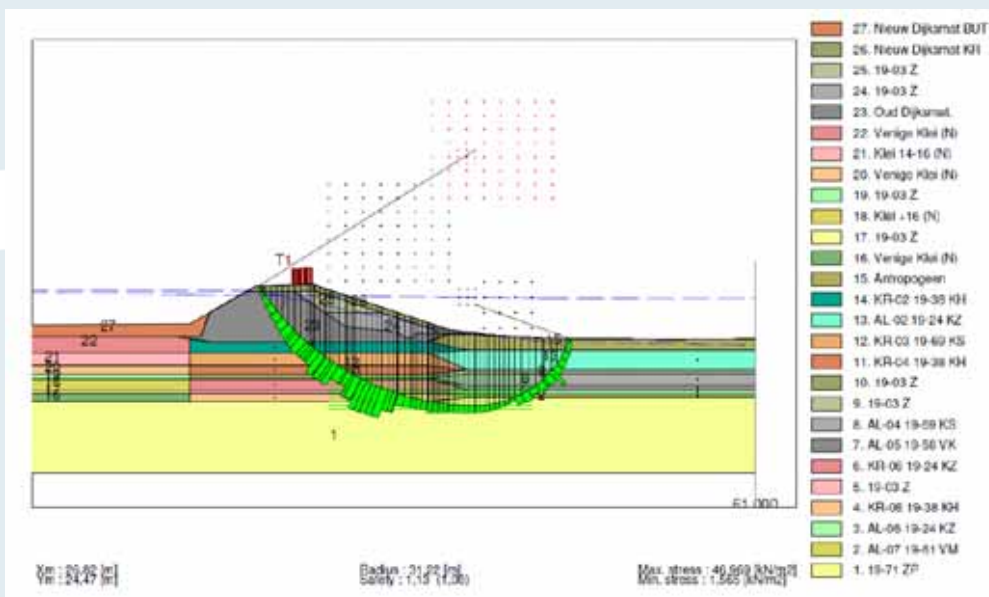
Resultaten berekening

- Berekening conform DOV-methode (Su-measured obv Nkt) glijvlakmodel: Uplift Van – OI2014-V3



Resultaten berekening

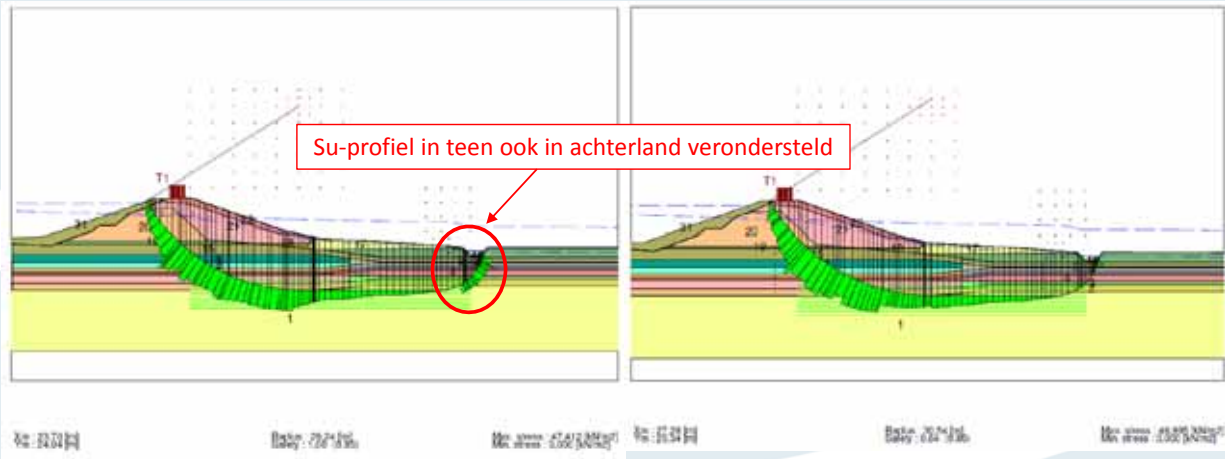
- Berekening conform WBI-methode (S, m en POP) glijvlakmodel: Uplift Van – OI2014-V3



Resultaten berekening

DOV-methode

WBI-methode



Samenvattend:

➤ Methode(n) zijn uitvoerbaar en leveren:

- Goed inzicht in grondgedrag
- Iteratie leidt tot convergerende resultaten
- Pieken/uitbijters worden uitgemiddeld
- vwb WSRL verklaarbare resultaten

➤ maar:

- Zeer arbeidsintensief om alle relaties te beschouwen
- Niet eenvoudig en enigszins arbitrair
- Rekentools (incl. statistiek) zijn nog niet voorhanden

Samenvattend:

➤ Advies zou dan ook zijn:

➤ Van grof naar fijn werken en dus

1. Berekening obv defaultparameters (incl. gevoeligheid)
2. Aanscherping OCR / POP obv sonderingen (default Nkt, klasse I-sondering waar nodig)
3. Shoppen bij buur-waterschappen
 - Wel/geen ongedraineerd grondgedrag
 - Al terrein- en lab. onderzoek uitgevoerd
 - Wat voor een onderzoek uitgevoerd en met welk doel
 - Samen een proevenverzameling opzetten en uniforme grondlagen (SOS-eenheden)
4. Gericht onderzoeksplan opstellen
 - Specifiek op grondlaag
 - Specifiek op bepaald tracé /dijkvak / segment
 - Sondering en boring direct na elkaar (geen andere waterstanden)
 - Precieze werkwijze (bv. monsterniveaus)
 - Lab. onderzoek opnemen in *landelijke database proevenverzameling*



Meer informatie
STOWA

opleidingen@stowa.nl

www.opleidingen.stowa.nl